

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON QUADRATIC FUNCTION
FOR GRADE 9 STUDENTS USING CIPPA MODEL
WITH THE GEOMETER'S SKETCHPAD

พิริยะ ปิยะรัตน์^{1*} สมวงศ์ แพลงประสพโชค² และพรสิน สุภาวาลย์³
Piriya Piyarat^{1*} Somwong Plangprasopchok² and Pornsin Supawan³

Received : 11 August 2024

Revised : 1 December 2024

Accepted : 6 December 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้อง รวม 65 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้อง รวม 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่าง แบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.99 แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.85 และแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีการของ ครอนบาค เท่ากับ 0.80 และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบ Paired - Sample t-test และ One-Sample t-test

¹ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

³ Master of Education Program Department of Mathematics Education, College of Teacher
Education, Phranakhon Rajabhat University

² Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน E-mail: khonpooton@gmail.com

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ฟังก์ชันกำลังสอง / การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA / โปรแกรม GSP

ABSTRACT

The objectives of this research are 1) to compare learning results before and after studying the quadratic functions of grade 9 students learning by CIPPA combined with The Geometer's Sketchpad. 2) to compare the learning results of quadratic functions of grade 9 students studying by CIPPA combined with The Geometer's Sketchpad with the 70% criterion. and 3) to study satisfaction with learning about quadratic functions of grade 9 learning by CIPPA combined with The Geometer's Sketchpad. The population consists of 65 grade 9 students from 2 classrooms studying in semester 1 of academic year 2023 at Boonkhumratbumrung School, Pathum Thani. The sample group consisted of 32 grade 9 students from 1 class random by cluster random sampling. The tools used in the research were a learning plan on quadratic functions with the index of item objective congruence at 0.99. Pre - test & Post - test on the same topic were consisted of 2 part; part 1 is 4 - options multiple choice and part 2 was subjective test. The part 1 first was validated by using Kuder -Richardson's KR-20 formula. The validity was equal to 0.85 and part 2 test was validated by using the alpha coefficient formula according to Cronbach's method. The validity was equal to 0.80. Another tool was a satisfaction test with the IOC 1.00. Statistics used included mean, standard deviation, and t-test for Paired - Samples and t-test for One Sample.

The research results found that 1) grade 9 students had higher learning results on quadratic functions after learning by CIPPA combined with The Geometer's Sketchpad with statistical significance 2) grade 9 students had learning results on quadratic functions after learning by CIPPA combined with The Geometer's Sketchpad at higher than the 70% threshold with statistical significance 0.05 level. And 3) grade 9 students had the highest level of satisfaction.

Keywords: Quadratic function / CIPPA Learning management /
The Geometer's sketchpad

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1)

ฟังก์ชันกำลังสองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณที่เปลี่ยนแปลงตามกัน เช่น ความยาวด้านและพื้นที่ หากความยาวด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสคือ x พื้นที่จะเป็น $A = x^2$ นอกจากนี้ ในธุรกิจ รายได้จากการขายสินค้าขึ้นกับราคาสินค้า เช่น หากรายได้กำหนดด้วย $R = -2x^2 + 10x$ เมื่อ $x = 3$ รายได้จะเท่ากับ 30 บาท ในวิทยาศาสตร์ ฟังก์ชันกำลังสองใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น สมการ $s = -4.9t^2 + v_0t + h_0$ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (t) และระยะทาง (s) หรือรูปร่างสายเคเบิลในสะพานแขวนที่แสดงด้วย $y = ax^2 + bx + c$ จุดเด่นของฟังก์ชันกำลังสองคือ ช่วยวิเคราะห์ค่าต่ำสุด/สูงสุด ตำแหน่งตัดแกน X และ Y ซึ่งมีประโยชน์ในปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณพื้นที่ การเพิ่มกำไรสูงสุด หรือการออกแบบโครงสร้าง ด้วยความสำคัญดังกล่าว ฟังก์ชันกำลังสองจึงเป็นหัวข้อพื้นฐานในคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสองในวิชาคณิตศาสตร์อาจจะยังไม่ค่อยมีความน่าสนใจสำหรับผู้เรียน เนื่องจากบางครั้งไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริงได้ การสอนที่เน้นการบรรยายอย่างเดียวทำให้ผู้เรียนไม่ค่อยได้มีส่วนร่วม และยังมีบางกลุ่มที่ขาดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทำให้การเรียนรู้ไม่ราบรื่นและอาจไม่เข้าใจเนื้อหาได้เต็มที่เท่าที่ควร อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันยังมีปัญหาเรื่องขาดสื่อการสอนที่เหมาะสม รวมถึงความไม่พร้อมด้านวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็น ส่งผลให้การเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครบถ้วนหรือเข้าใจเนื้อหาได้ดีตามที่ควรจะเป็น และจากผลการสอบเก็บคะแนนของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง และคะแนนสอบกลางภาคของรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสอบต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน คือ ร้อยละ 65 จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจและความกระตือรือร้นของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องฟังก์ชันกำลังสองด้วยตนเอง ผ่านการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง เช่น การคำนวณหรือการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง การเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจลึกซึ้งและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง นอกจากนี้ยังส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งทิสนา แคมมณี (2556: 87) ได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA โดยมี 5 องค์ประกอบ คือ 1) C (Construction

of knowledge) การสร้างความรู้ด้วยตนเอง 2) I (Interaction) การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัวหลาย ๆ ด้าน 3) P (Process skills) ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ 4) P (Physical participation) การมีส่วนร่วมในกิจกรรม/ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ 5) A (Application) การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ประกอบกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือที่มีจุดเด่นในการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง เพราะสามารถสร้างและแสดงกราฟของฟังก์ชันกำลังสองได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อมีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ค่าของ a , h และ k ในสมการฟังก์ชันกำลังสอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสมการและกราฟได้ดีขึ้น นอกจากนี้ GSP ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและสำรวจคุณสมบัติของฟังก์ชันกำลังสองได้อย่างอิสระ ทำให้การเรียนรู้สนุกสนานและไม่น่าเบื่อ โดยสามารถเห็นผลลัพธ์ทันทีจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ และยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งอีกด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้โปรแกรม GSP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA เนื่องจากโปรแกรม GSP เน้นให้ผู้เรียนได้ทดลอง ศึกษา ตั้งข้อสังเกต/คาดเดา จนนำไปสู่ข้อสรุป ในระหว่างทางผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการจัดกิจกรรมแบบกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นจากการปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงมีความสนใจศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP ผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาและต่อยอดสำหรับการจัดการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง 2 ห้องเรียน รวม 65 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง 1 ห้องเรียน รวม 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 6 แผน
2. เอกสารชุดกิจกรรม เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 6 ชุด
3. โปรแกรม GSP สำเร็จรูป สำหรับปฏิบัติการกิจกรรมที่ 1 - 5 จำนวน 5 ไฟล์
4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง
5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าอยู่ที่ 0.99 ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม โดยอาจใช้การถามตอบ การใช้สถานการณ์ เป็นต้น ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มในการเรียนรู้นำไปสู่ข้อสรุปการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ขั้นที่ 5 การสรุปและการจัดระเบียบความรู้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดจนเกิดเป็นข้อสรุปร่วมกันของห้องเรียน ขั้นที่ 6 การแสดงผลงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเองมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การทำใบงาน การทดสอบ เป็นต้น

2. ชุดกิจกรรม เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ประกอบการใช้โปรแกรม GSP ดำเนินการสร้างและพัฒนาให้สอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด

3. โปรแกรม GSP สำเร็จรูป สำหรับปฏิบัติการกิจกรรมที่ 1 - 5 ดำเนินการสร้างและพัฒนาให้สอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ และชุดกิจกรรม จำนวน 5 ไฟล์

4. แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คิดเป็น 20 คะแนน และตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คิดเป็น 10 คะแนน รวมทั้งหมดเป็น 30 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ ตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย คือ 1.00 ค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่าย 0.37 - 0.74 และค่าอำนาจจำแนก 0.24 - 0.59 และแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย 0.46 - 0.49 และค่าอำนาจจำแนก 0.48 - 0.51

และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) เท่ากับ 0.85 และแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.80 ซึ่งแบบทดสอบที่ได้ ใช้สำหรับการทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาของผู้เรียนในด้านความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียนจะใช้วัดระดับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ส่วนแบบทดสอบหลังเรียนจะใช้ประเมินผลหลังจากการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง การใช้ชุดทดสอบเดียวกันช่วยให้การเปรียบเทียบผลลัพธ์มีความแม่นยำและสามารถสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีค่าอยู่ที่ 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง
3. ทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน
4. ตรวจสอบผลการจัดการเรียนรู้ โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
5. นำแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาสอบถามนักเรียน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ แล้วแปลผลตามเกณฑ์เพื่อหาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) แบบ Paired - Sample t-test
2. เปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับเกณฑ์ 70% โดยใช้การทดสอบที (t-test) แบบ One-Sample t-test
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจ โดยการหาค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP แล้วนำมาแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1.00 - 1.50	น้อยที่สุด
1.51 - 2.50	น้อย
2.51 - 3.50	ปานกลาง
3.51 - 4.50	มาก
4.51 - 5.00	มากที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้โดยใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระ (Paired-Sample t - test)
3. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที่ (One-Sample t - test)
4. การวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t^*	df	p-value
ก่อนเรียน	32	30	9.28	2.543	32.528	31	.000
หลังเรียน	32	30	23.09	2.557			

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงวก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 32.528$, $p\text{-value} = .000$)

2. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t^*	df	p-value
หลังเรียน	32	30	23.09	2.557	4.632	31	.000

หมายเหตุ: เกณฑ์ร้อยละ 70 เท่ากับ 21 คะแนน

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 4.632$, $p\text{-value} = .000$)

3. การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจรวมทั้ง 3 ด้านต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา	4.51	0.53	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.65	0.49	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
รวม	4.65	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($M = 4.65$, $S.D. = 0.47$) เมื่อพิจารณาความพึงพอใจเป็นรายข้อเรียงตามลำดับ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านสื่อการเรียนรู้มากที่สุด ($M = 4.80$, $S.D. = 0.40$) รองลงมาคือ นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($M = 4.65$, $S.D. = 0.49$) และด้านเนื้อหา ($M = 4.51$, $S.D. = 0.53$) ตามลำดับ

นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนขณะทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนชอบทำกิจกรรมกลุ่มเพราะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสดงความคิดเห็น สังเกตจากการถาม-ตอบ ซึ่งทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น อีกทั้งการใช้โปรแกรม GSP เข้ามาประกอบการเรียนยังช่วยให้นักเรียน

เห็นภาพมากขึ้น สามารถตั้งสังเกต คาคการณ์ วิเคราะห์ ไปจนถึงการสร้างข้อสรุปได้ จากการตรวจชุดกิจกรรมและการทำแบบฝึกหัด และยังให้ความรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน เมื่อได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการทำชุดกิจกรรม ร่วมกับการใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้าง เพื่อใช้สำรวจ ตั้งข้อสังเกต คาคการณ์ ตรวจสอบเพื่อยืนยันเหตุผลของตนเอง จนนำไปสู่การสรุปความคิดรวบยอดของเรื่องที่เรียนได้ นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนทำให้เห็นส่วนสำคัญของการจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการทำงานแบบกลุ่ม ที่ทำให้นักเรียนได้เกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่มและห้องเรียน การปฏิสัมพันธ์ และคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2542: 2 - 5) ซึ่งได้กล่าวถึงแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบ CIPPA ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อม และกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่างมีชีวิตชีวา ยึดกลุ่มเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มได้พูดคุย ปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วย ให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเองและผู้อื่น และจะปรับตัวให้สามารถอยู่ในสังคมกับผู้อื่นได้ ยึดการค้นพบด้วยตนเอง เป็นวิธีการที่สำคัญ โดยครูผู้สอนพยายามจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ทั้งนี้ เพราะการค้นพบความจริงใด ๆ ด้วยตนเองนั้นผู้เรียนมักจะจดจำได้ดี และมีความหมายโดยตรงต่อผู้เรียน รวมทั้งเกิดความคงทนในการเรียนรู้ เน้นกระบวนการควบคู่กับผลงานโดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดผลงานมีใช้ที่จะพิจารณาถึงผลงานเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ เพราะประสิทธิภาพของผลงานขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของกระบวนการ เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้หรือใช้ในชีวิตประจำวัน โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสค้นหาแนวทางที่จะนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวัน พยายามส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติจริงและพยายามติดตามผลการปฏิบัติของผู้เรียน

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิด “CIPPA” ของทิศนา ขัมมณี (2556: 87) ในเรื่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด ซึ่งประกอบด้วย 5 แนวคิด คือ 1) C (Construction of knowledge) การสร้างความรู้ด้วยตนเอง 2) I (Interaction) การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัวหลาย ๆ ด้าน 3) P (Process skills) ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ เช่น กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่เป็นขั้นตอน 4) P (Physical participation) การมีส่วนร่วมในกิจกรรม/ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ 5) A (Application) การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ตามลำดับขั้นทั้ง 7 ขั้น ของการเรียนรู้

แบบ CIPPA โดยเริ่มจากขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม เป็นการทำกิจกรรมทบทวนความรู้เดิม/ซ้ำโม่งก่อนหน้า ก่อนจะนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่จะเรียนซ้ำโม่งนั้น ๆ โดยอาจใช้การถามตอบ การใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจ เป็นต้น ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่จะจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีบทบาท และมีส่วนร่วมในกิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้ ในลักษณะผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนและกลุ่มช่วยกันสังเกตข้อมูลที่ได้จากขั้นที่แล้ว โดยอาศัยการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มในการช่วยกันเรียนรู้ การเรียนรู้นำไปสู่ข้อสรุป การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ขั้นที่ 5 การสรุปและการจัดระเบียบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดจนเกิดเป็นข้อสรุปที่ร่วมกันของห้องเรียน ขั้นที่ 6 การแสดงผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะนำผลที่ได้จากการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเองมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้นำความรู้ที่ได้รับไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การทำใบงาน การทดสอบ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นทั้ง 7 ขั้นของการเรียนรู้แบบ CIPPA จะมีโปรแกรม GSP เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ เพราะโปรแกรม GSP ช่วยให้นักเรียนได้เห็นองค์ความรู้ที่เป็นรูปธรรม จนนำไปสู่การสรุปความคิดรวบยอดและข้อค้นพบต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสันติ อิทธิพลนาวกุล (2550: 43) ที่ได้กล่าวว่า GSP เป็นโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ แคลคูลัส) ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ แสง คลื่น) ให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเข้าใจอย่างรวดเร็ว และโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การออกแบบ และเทคโนโลยี เป็นต้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ July (2001) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อทัศนคติทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้น ให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP มีทัศนคติทางเรขาคณิต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนที่มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์

2. ผลการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจ ตั้งข้อสังเกต ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีการเขียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มย่อยจนได้แนวคิดของกลุ่ม แล้วจึง มาเขียนสรุปเป็นความคิดรวบยอดภายในห้องเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่มีความคงทนมากยิ่งขึ้น

มีความมั่นใจในตนเอง เพราะได้สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ไปจนกระทั่งนำความรู้ที่ได้ ไปปรับประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรม แบบฝึกหัด รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งในส่วนนี้ได้ไปสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Moore (2005) ที่ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผ่านการทำงานกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการทำงานของนักเรียนในชั้นเรียนมีผลกระทบเชิงบวก นักเรียนสามารถจดจำคำถามได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลก็เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญด้วย และพบว่านักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุด 15 คน ซึ่งพิจารณาจากคะแนนมาตรฐาน มีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นร้อยละ 100 ผลการวิจัยอื่น ๆ ที่พบคือ ความมั่นใจ ความเพียรพยายามและทัศนคติของนักเรียนทุกคน มีการพัฒนาสูงขึ้น นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิด แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ให้การสนับสนุนซึ่งกันและกัน และร่วมกันคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ดอนศิลา (2555) พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA Model) 7 ขั้นตอนกับการใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงและเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง นักเรียนทุกคนได้ร่วมแสดง ความคิดเห็นและร่วมอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่ม นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและจดจำได้ดี ได้เคลื่อนไหวทางกายทำให้นักเรียนตื่นตัว มีสมาธิและความพร้อมในการเรียนส่งผลให้เรียนด้วยความสนใจและตั้งใจเรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อมรอบตัว สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.17 และมีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิทักษ์ หมู่หวนา (2561) ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.43/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (75/75) ค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.6419 คิดเป็นร้อยละ 64.19 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน เรื่อง พังค์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP เกี่ยวกับความพึงพอใจด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อการเรียนรู้ พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาความพึงพอใจเป็นรายด้านเรียงตามลำดับ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านสื่อการเรียนรู้มากที่สุด เป็นลำดับที่ 1 รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นลำดับที่ 2 และด้านเนื้อหา ตามลำดับ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีสื่อการเรียนรู้เป็นโปรแกรม GSP ซึ่งเป็นสื่อที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพราะนักเรียนได้ทดลองใช้สื่อด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนสังเกต และเห็นภาพชัดเจน อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม ได้ลงมือปฏิบัติและค้นพบความรู้ แก้ไขปัญหาคด้วยตนเอง นักเรียนจึงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ดอนศิลา (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ศึกษา

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA Model) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA Model) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชคอนันต์ งอยผา (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความความพึงพอใจที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ พรพิทักษ์ หมู่หวนา (2561) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA เรื่องเงิน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA ร่วมกับโปรแกรม GSP เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้หลายชั่วโมง และจำนวนนักเรียนในการทดลองมีหลายคน ซึ่งต้องใช้ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงต้องมีการวางแผนการจัดตารางเรียน เพื่อไม่ให้กระทบกับชั่วโมงเรียนในรายวิชาคอมพิวเตอร์

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาสื่อเทคโนโลยีร่วมกับโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันอื่น ๆ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่จำกัดแค่ในห้องเรียนคอมพิวเตอร์ การใช้แอปพลิเคชันที่รองรับการทำงานบนสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตช่วยให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นและสะดวกยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเรียนรู้และสำรวจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ทุกที่ทุกเวลา ตามความสะดวกของตนเอง
2. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบชิปปาร่วมกับโปรแกรม GSP กับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ที่ต้องการเห็นภาพความเป็นรูปธรรม การสังเกต การตั้งข้อคำถามต่าง ๆ และต้องใช้การวิเคราะห์ภาพรวม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โชคอนันต์ งอยผา. (2557). **การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ทิตินา แคมมณี. (2542). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ทิตินา แคมมณี. (2556). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พริน.
- พรพิทักษ์ หมู่หวนา. (2561). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วาสนา ดอนศิลา. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยใช้โมเดลซิปปา (CIPPA Model) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สันติ อธิพิณนาวกุล. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- July, R. A. (2001). Thinking in Three Dimensions : Exploring Students' Geometric Thinking and Spatial Ability with the Geometer's Sketchpad. Unpublished doctoral thesis, Florida International University.
- Moore, N. M. (2005). Constructivism using group work and the impact on self-efficacy, Intrinsic motivation, and group work skills on middle-school mathematics students. Doctoral dissertation, Psychology, Capella University.